



1C518 U.S. PTO
09/332581
05/14/99



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 28 AVR. 1999

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine PLANCHE'.

Martine PLANCHE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE	SIEGE 26 bis, rue de Saint Petersbourg 75800 PARIS Cedex 08 Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30
---	--

This Page Blank (uspto)

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle-Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **15 06-98**

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **98 07530 -**

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **75**

DATE DE DÉPÔT **15 JUIN 1998**

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

brevet d'invention demande divisionnaire
 certificat d'utilité transformation d'une demande de brevet européen
 demande initiale brevet d'invention

Établissement du rapport de recherche

différé immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

oui non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**DISPOSITIF A CIRCUIT INTEGRÉ SECURISÉ AU MOYEN DE LIGNES COMPLEMENTAIRES
DE BUS**

3 DEMANDEUR (S) n° SIREN **5 42 062 120** code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

Forme juridique

Schlumberger Industries.

Société Anonyme

Nationalité (s)

Française

Adresse (s) complète (s)

Pays

**50, Avenue Jean Jaurès
92120 MONTROUGE**

France

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

oui

non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

requise pour la 1ère fois

requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTIÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

SANS

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire n° d'inscription)

**Christophe MACQUET,
Mandataire
(PG06273)**

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Pétersbourg
75800 Paris Cédex 08
Tél. : (1) 42 94 52 52 - Télécopie : (1) 42 93 59 30

76-0497

BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT
D'UTILITE

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR
(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

7807530

TITRE DE L'INVENTION :

DISPOSITIF A CIRCUIT INTEGRE SECURISE AU MOYEN DE LIGNES
COMPLEMENTAIRES DE BUS

LE (S) SOUSSIGNÉ (S)

Christophe MACQUET
SCHLUMBERGER INDUSTRIES
Transactions Electroniques
50, avenue Jean Jaurès - BP 620-04
92542 MONTROUGE Cédex

DÉSIGNE (NT) EN TANT QU'INVENTEUR (S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

LEYDIER Robert
5, allée des Planches
91400 ORSAY
France

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire
Le 15 juin 1998


Christophe MACQUET
(PG 06273)

**DISPOSITIF A CIRCUIT INTEGRE SECURISE
AU MOYEN DE LIGNES COMPLEMENTAIRES DE BUS**

L'invention concerne des dispositifs à circuit intégré destinés à être incorporés dans des objets portatifs et, en particulier, dans des objets 5 portatifs au format carte appelés cartes à puce.

Les cartes à puce sont en général utilisées dans des applications dans lesquelles la sécurité du stockage et du traitement d'informations confidentielles sont essentielles. Ces cartes sont par exemple destinées à des applications du domaine de la santé, à des applications de la 10 télévision à péage, ou encore, à des applications dites de porte-monnaie électronique.

Elles se composent d'un corps de carte plastique dans lequel est incorporé un dispositif à circuit intégré. Il s'agit d'un module 15 électronique comportant une puce à circuit intégré ou de la puce à circuit intégré elle-même.

Une puce à circuit intégré comporte de manière classique une unité centrale de traitement (CPU) qui gère et distribue, par l'intermédiaire de lignes de bus, des données ou des adresses d'informations notamment stockées dans des mémoires volatiles ou non 20 de ladite puce.

Les portes logiques constitutives du circuit intégré sont réalisées en technologie C MOS. Elles sont constituées de transistors P MOS et N MOS. Ces portes consomment du courant lorsque les transistors passent d'un état passant à un état non-passant ou réciproquement. 25 Par ailleurs, des connexions entre ces portes, notamment les lignes de bus, forment des capacités électriques qui consomment elles-mêmes, durant leur mise en charge, des courants électriques. C'est le cas notamment lorsque lesdites lignes de bus sont amenées à transporter l'information logique 1.

Aussi, l'intensité du courant consommé par un dispositif à circuit intégré en fonction du temps varie selon les tâches accomplies par ledit dispositif.

Le suivi de cette intensité en fonction du temps constitue donc une
5 signature électrique de l'activité du dispositif à circuit intégré et l'analyse de cette signature électrique et, plus exactement, de son amplitude en fonction du temps, est révélatrice de ladite activité. Elle permet aux fraudeurs d'accéder à des informations confidentielles, par exemple des clés secrètes, transportées le long des lignes de bus et
10 contenues dans les mémoires du circuit intégré ou encore de suivre le déroulement d'instructions et d'attaquer les secrets par analyse des temps caractéristiques du courant consommé par le circuit intégré au cours d'une transaction.

En vue d'éviter de telles analyses de signatures, certains procédés
15 de l'état de la technique proposent d'utiliser des algorithmes qui permettent le déclenchement d'opérations à des moments pseudo-aléatoires. D'autres procédés proposent de générer des courants d'alimentation bruités riches en informations aléatoires, ou encore, en opérations erronées.

20 Les procédés précités de l'état de la technique comportent de multiples inconvénients. En particulier, ils monopolisent certaines ressources du dispositif, qui pourraient être utilisées dans la réalisation d'autres opérations. De plus, ces procédés ne sont pas sûrs. En effet, les techniques d'analyse du courant de séquences stimulées par des
25 commandes particulières sont très efficaces. Elles permettent d'obtenir finalement les informations confidentielles recherchées.

Par ailleurs, un autre procédé encore de l'état de la technique, non encore rendu accessible au public au jour de dépôt de la présente demande de brevet, et qui fait l'objet de la demande enregistrée en

France le 4 février 1998 sous le numéro 98.01305, permet d'atténuer les signatures électriques au moyen d'une capacité notamment d'une valeur supérieure à 0,1 nanofarad.

5 Considérant ce qui précède, un problème technique posé est : de sécuriser les opérations et les accès aux données confidentielles en rendant l'analyse des signatures électriques de dispositifs à circuit intégré plus complexe au moyen de techniques autres que celle présentée dans la demande précitée et enregistrée sous le numéro 98.01305.

10 Une solution à ce problème, telle que proposée selon l'invention, a pour objet un dispositif à circuit intégré destiné à être incorporé dans un objet portatif à mémoire, notamment au format carte, comportant au moins :

une unité centrale de traitement ;
15 au moins une mémoire ;
au moins un plot d'entrée/sortie de données ;
n lignes de bus d'adresses reliant l'unité centrale de traitement à la mémoire et/ou au plot d'entrée/sortie pour une transmission de bits d'adresses ; et

20 p lignes de bus de données reliant l'unité centrale à la mémoire et/ou au plot d'entrée/sortie pour une transmission de bits de données, caractérisé en ce qu'au moins une ligne de bus d'adresses ou de données est complétée d'une ligne complémentaire destinée à une transmission de bits complémentaires aux bits transmis dans ladite 25 ligne de bus d'adresses ou de données.

Ainsi, le transfert du couple d'informations, par exemple 1 sur une ligne de bus de données ou d'adresse et 0 sur la ligne complémentaire, draine la même quantité de courant que le ferait le transfert du couple d'information, 0 sur la même ligne de bus de données ou d'adresses et 1

sur la même ligne complémentaire. La consommation du courant est de ce fait toujours la même et l'analyse de la signature électrique du dispositif en fonctionnement ne permet pas de déterminer la nature des bits transportés le long de la ligne de bus.

5 L'invention sera mieux comprise à la lecture de l'exposé non limitatif qui suit, rédigé au regard des dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

la figure 1 montre, en vue de face, un module électronique muni d'une puce à circuit intégré dont les plages de contact affleurent à la 10 surface d'un corps de carte ;

la figure 2 montre, en vue de face, une puce à circuit intégré et ses plots de connexion ;

la figure 3 montre, de manière schématique, les différents éléments fonctionnels constitutifs d'un circuit intégré réalisé selon l'invention ;

15 la figure 4 montre, en coupe transversale, une ligne de bus déposée sur un substrat silicium d'une puce à circuit intégré ;

la figure 5 est un schéma électrique des connexions des lignes de bus et des lignes complémentaires aux mémoires ROM et EEPROM ; et

20 la figure 6 représente les courants consommés par la commande d'une ligne de bus, sa ligne complémentaire et l'ensemble constitué desdites lignes.

Le présent exposé de l'invention a trait à l'exemple des cartes à puce. Néanmoins, il est bien entendu que l'invention s'applique de manière générale à tout dispositif à circuit intégré destiné à être 25 incorporé dans un objet portatif à mémoire tel qu'un module d'identification abonné (SIM) au format jeton ou une étiquette électronique.

Les cartes à puce sont des objets portables standards fonctionnant avec et/ou sans contact et qui sont définis notamment dans les normes

ISO 78-10, 78-16 et 14443 dont le contenu est incorporé dans le présent exposé de l'invention, par citation de référence.

Ainsi que cela est plus particulièrement montré aux figures 1 et 2, les cartes 1, qui présentent un mode de fonctionnement à contacts, 5 comprennent une puce 2 à circuit intégré dont cinq plots de contact au moins 3, 4, 5, 6 et 7 sont connectés électriquement, par des fils conducteurs non représentés, à, respectivement, cinq plages de contact 8, 9, 10, 11 et 12 affleurant à la surface d'un corps 13 de carte. Le plot de contact Reset 3 est connecté à une plage de contact Reset 8, le plot 10 de contact Clock 4 est connecté à la plage de contact Clock 9, le plot de contact Vss 5 est connecté à la plage de contact Vss 10, le plot de contact d'entrée/sortie I/O 6 est connecté à la plage de contact I/O 11 et le plot de contact Idd 7 est connecté à la plage de contact Vdd 12.

L'ensemble, puce 2, fils conducteurs et plages de contact 8, 9, 10, 15 11 et 12 est en général compris dans un module électronique 14 incorporé dans le corps 13 de carte.

Le dispositif à circuit intégré selon l'invention est notamment le module électronique 14 portant les plages 8, 9, 10, 11 et 12 et comportant la puce 2, ou alors, la puce 2 elle-même.

20 Le circuit intégré du dispositif selon l'invention comprend différentes unités fonctionnelles. Il s'agit notamment d'une unité centrale de traitement CPU et de mémoires volatiles RAM ou non volatiles ROM, EEPROM. Il peut s'agir par ailleurs d'autres unités voire de sous-unités desdites unités, par exemple d'un crypto-processeur 25 plus particulièrement destiné au codage cryptographique de données nécessitant des structures de calculs spécialisées.

En outre, le circuit intégré comporte un bus d'adresse BA et un bus de données BD.

Le bus d'adresses AB se compose de n lignes de bus d'adresses reliant la CPU aux mémoires RAM, ROM, EEPROM et au plot I/O, n étant un nombre entier supérieur ou égal à 1. A la figure 3, n est égal à 16 et les 16 lignes de bus sont référencées A₀, A₁, ..., A₁₅.

5 Le bus de données BD se compose de p lignes de bus de données reliant la CPU aux mémoires RAM, ROM, EEPROM et au plot I/O, p étant un nombre entier supérieur ou égal à 1. A la figure 3, P est égal à 8 et les 8 lignes de bus sont référencées D₀, D₁, ..., D₇.

10 Chaque ligne de bus d'adresses A₀, A₁, ..., A₁₅ est susceptible de transporter une valeur logique 0 ou 1 d'un bit de poids déterminé d'une adresse codée sur 16 bits. Ce transport s'effectue de manière unidirectionnelle, de la CPU vers, selon les cas, les mémoires RAM, ROM, EEPROM ou le plot I/O.

15 Chaque ligne de bus de données D₀, D₁, ..., D₇ est susceptible de transporter une valeur logique 0 ou 1 d'un bit de poids déterminé d'une donnée codée sur 8 bits. Ce transport s'effectue, selon le cas, de manière unidirectionnelle, ou alors, de manière bidirectionnelle. Les sens possibles de transport sont indiqués par des flèches à la figure 3.

Ainsi que cela est montré à la figure 4, les lignes de bus d'adresses 20 A₀, A₁, ..., A₁₅ et de données D₀, D₁, ..., D₇ sont des lignes conductrices constituées d'une épaisseur métallisée A, D déposée sur une couche 21 d'oxyde de silicium épais 20 elle-même déposée sur un substrat silicium 22 de la puce 2. L'épaisseur d'une ligne A, D est en pratique de l'ordre du micron, par exemple de 0,7 µm. La largeur d'une ligne est de même 25 très faible, en pratique de l'ordre de 2 µm. La longueur d'une ligne peut être importante, jusqu'à 8 mm. Dans ce cas, la surface d'une ligne de bus est de l'ordre de $2 \times 8.000 = 16.000 \mu\text{m}^2$.

La figure 4 montre par ailleurs le transistor de commande 22 de la ligne.

Selon l'invention, au moins une ligne de bus d'adresses A_0, A_1, \dots ou A_{15} ou une ligne de bus de donnée D_0, D_1, \dots, D_7 est complétée d'une ligne complémentaire de bus.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention présenté à la 5 figure 3, les 16 lignes de bus d'adresses A_0, A_1, \dots, A_{15} et les 8 lignes de bus de données D_0, D_1, \dots, D_7 sont complétées par 16 lignes complémentaires $A'_0, A'_1, \dots, A'_{15}$ et 8 lignes complémentaires D'_0, D'_1, \dots, D'_7 .

Dans un exemple, chaque ligne complémentaire de bus est, de 10 même que la ligne de bus qu'elle complète, constituée d'une épaisseur métallisée déposée sur l'oxyde épais 20 du substrat silicium 21 de la puce, immédiatement à côté de la ligne qu'elle complète et en suit donc le parcours à la face active du circuit. Aussi, chaque ligne complémentaire de bus a une surface équivalente à la ligne de bus 15 d'adresses ou de données qu'elle complète.

Dans d'autres exemples, les lignes complémentaires ne suivent pas le parcours des lignes de bus qu'elles complètent mais ont alors avantageusement une capacité C'_{bus} voisine de la capacité C_{bus} desdites lignes de bus.

Ainsi que cela est montré à la figure 5, les lignes de bus d'adresses 20 A_0, A_1, \dots, A_{15} et de données D_0, D_1, \dots, D_7 sont, de même que les lignes complémentaires de bus $A'_0, A'_1, \dots, A'_{15}$ et D'_0, D'_1, \dots, D'_7 , connectées électriquement aux unités fonctionnelles auxquelles elles sont rattachées par des amplificateurs dits trois états doublés 15. Ces 25 amplificateurs trois états doublés 15 constituent des portes de commande des liaisons des lignes auxquelles sont rattachées les unités fonctionnelles, par exemple ROM et EEPROM.

Un amplificateur trois états doublé 15 selon l'invention comprend un premier transistor P MOS 16 connecté en série avec un premier

transistor N MOS 17 ainsi qu'un second transistor P MOS 18 connecté en série avec un second transistor N MOS 19. Toutefois, le premier transistor P MOS 16 est connecté au second transistor N MOS 19 et le premier transistor N MOS 17 est connecté au second transistor P MOS 5 18 de manière que, d'une part, le premier transistor P MOS 16 et le second transistor N MOS 19 et, d'autre part, le premier transistor N MOS 17 et le second transistor P MOS 18, soient commandés par des mêmes signaux de commande.

A la figure 5, on a représenté des signaux ENR et ENEE qui 10 commandent, respectivement, les accès aux lignes de bus connectées à la mémoire ROM et à la mémoire EEPROM. Ces signaux sont actifs exclusivement. Ainsi, lorsque le signal de commande ENR est actif, seuls les amplificateurs trois états doublés de la ROM sont susceptibles d'imposer leurs signaux logiques 0 ou 1 aux lignes de bus ou aux lignes 15 complémentaires de bus à laquelle ladite ROM est connectée. Dans ce cas, l'amplificateur trois états doublé 15 connecté à la mémoire EEPROM est en mode haute impédance. Aucun des transistors de cet amplificateur n'est conducteur. Réciproquement, lorsque le signal de commande ENEE est actif, seuls les amplificateurs trois états doublés 20 de l'EEPROM sont susceptibles d'imposer leurs signaux logiques 0 ou 1 aux lignes de bus ou aux lignes complémentaires de bus auxquelles ladite EEPROM est connectée. Dans ce cas, l'amplificateur trois états 15 connecté à la mémoire ROM est en mode haute impédance. Aucun des transistors de cet amplificateur n'est conducteur.

25 Par exemple, lorsque le signal ENR est actif et que le signal issu de la mémoire ROM est au niveau logique 1, le premier transistor P MOS 16 force la tension sur le bus de donnée D₀ au niveau logique 1 mais force néanmoins la tension sur le second transistor N MOS 19 au niveau logique 0. Ainsi, un bit de données 1 est transmis à la ligne D₀ et

un bit de données 0, complémentaire au bit de données 1 précité, est transmis à la ligne D'0, au même moment.

Le mécanisme expliqué ci-dessus est, non seulement mis en oeuvre sur l'ensemble des lignes de bus de données D₀, D₁, ..., D₇ associées aux lignes complémentaires D'0, D'1, ..., D'7, mais aussi, sur l'ensemble des lignes de bus d'adresses A₀, A₁, ..., A₁₅ associées aux lignes complémentaires A'0, A'1, ..., A'15.

Ainsi, pour toute donnée ou adresse logique transmise respectivement par le bus BD ou le bus BA, une donnée ou adresse logique complémentaire est transmise simultanément par le bus complémentaire. Soit a le nombre de bits à 1 pour le bus de données. Soit b le nombre de bits à 0 pour le bus de données complémentaire. Pour un microcontrôleur 8 bits, le bus de données possède 8 bits. Ainsi, le nombre de bits à 1 pour l'ensemble des bus de données est tel que a + b = 8. Soit c le nombre de bits à 1 pour le bus d'adresses. Soit d le nombre de bits à 1 pour le bus d'adresses complémentaire. Pour un microcontrôleur capable d'adresser 65536 octets, le bus d'adresses possède 16 bits. Ainsi, le nombre de bits à 1 pour l'ensemble des bus d'adresses est tel que c + d = 16.

A titre d'exemple, considérons une instruction ayant pour code binaire 1 0 0 1 1 1 0 1 et pour code hexadécimal, 9D. Chacun des 8 bits est transmis simultanément, selon son poids, sur une ligne de bus de données D₀, D₁, D₂, D₃, D₄, D₅, D₆ ou D₇ et le nombre logique complémentaire, constitué des 8 bits 0 1 1 0 0 0 1 0, est de même transmis simultanément sur les lignes complémentaires D'0, D'1, D'2, D'3, D'4, D'5, D'6 et D'7. L'addition des bits à 1 constitutifs du mot logique 1 0 0 1 1 1 0 1 et de ceux constitutifs de son complémentaire 0 1 1 0 0 0 1 0 est égale à 8.

Un avantage du dispositif selon l'invention va maintenant être détaillé ci-après.

Dans un dispositif à circuit intégré selon l'état de la technique ou selon l'invention, la surface des lignes de bus intégrées à la face active de la puce 2 est, nous l'avons vu précédemment (figure 4), susceptible d'atteindre $16.000 \mu\text{m}^2$. Ces lignes constituent la première électrode d'une capacité parasite C_{bus} , la deuxième électrode étant le substrat 21 du circuit intégré et son diélectrique, l'oxyde de silicium 20 déposé à la face active de la puce 2. La capacité parasite C_{bus} associée à chaque ligne de bus est de l'ordre du picofarad et, chaque fois qu'un bit 1 est transporté par une ligne de bus, cette capacité C_{bus} consomme, en se chargeant, une puissance électrique. Cette puissance électrique consommée est à l'origine de variations de l'intensité du courant consommé par le circuit intégré en fonction du temps $Idd(t)$ et l'analyse de ce courant constitue une signature électrique révélatrice de son activité.

Dans un dispositif selon l'état de la technique, l'analyse des signatures électriques permet d'accéder aux informations, données ou adresses, transportées par les lignes de bus puisque $Idd(t)$ est fonction des bits transportés.

Par contre, dans un dispositif à circuit intégré selon l'invention, le courant consommé $Idd(t)$ est indépendant des données ou des adresses transportées sur les lignes de bus. En effet, ce courant $Idd(t)$ est constitué de l'addition des courants consommés dans les lignes de bus classiques et dans les lignes complémentaires de bus, qui est égale à une constante lorsque, avantageusement les capacités C'_{bus} des lignes complémentaires de bus sont équivalentes aux capacités C_{bus} des lignes de bus qu'elles complètent.

Par exemple, ainsi que cela est montré à la figure 6 relativement au cas d'une transmission de bits de données le long de la ligne D_0 , $I_{dd}(t) = I_{ddD_0}(t) + I_{ddD'_0}(t)$ quels que soient les bits transmis le long de la ligne D_0 .

5 Bien entendu, le cadre large de l'invention s'étend à d'autres modes de réalisation dans lesquels, notamment, le dispositif à circuit intégré est pourvu de moyens complémentaires destinés à assurer une complète sécurité des informations confidentielles qu'il pourrait être amené à comporter.

REVENDICATIONS

1 - Dispositif à circuit intégré destiné à être incorporé dans un objet portatif à mémoire, notamment au format carte, comportant au moins :

5 une unité centrale de traitement (CPU) ;
 au moins une mémoire (RAM, ROM ou EEPROM) ;
 au moins un plot d'entrée/sortie (I/O) de données ;
 n lignes de bus d'adresses (A_0, A_1, \dots, A_{15}) reliant l'unité centrale de traitement (CPU) à la mémoire (RAM, ROM ou EEPROM) et/ou au plot
10 d'entrée/sortie (I/O) pour une transmission de bits d'adresses ; et
 p lignes de bus de données (D_0, D_1, \dots, D_7) reliant l'unité centrale (CPU) à la mémoire (RAM, ROM ou EEPROM) et/ou au plot d'entrée/sortie pour une transmission de bits de données,

15 caractérisé en ce qu'au moins une ligne de bus d'adresses ou de données est complétée d'une ligne complémentaire ($A'_0, A'_1, \dots, A'_{15}, D'_0, D'_1, \dots, D'_7$) destinée à une transmission de bits complémentaires aux bits transmis dans ladite ligne de bus d'adresses ou de données.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la ligne complémentaire ($A'_0, A'_1, \dots, A'_{15}, D'_0, D'_1, \dots, D'_7$) a une capacité (C'_{bus}) équivalente à la capacité (C_{bus}) de la ligne de bus d'adresses (A_0, A_1, \dots, A_{15}) ou de données (D_0, D_1, \dots, D_7) qu'elle complète.

3 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chacune des n lignes de bus d'adresses est complétée par une ligne complémentaire.

25 **4** - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chacune des p lignes de bus de données est complétée par une ligne de bus complémentaire.

5 - Dispositif selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que les bits complémentaires forment des valeurs logiques, données

ou adresses, complémentaires, aux valeurs logiques circulant par les bus.

6 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que pour chaque ligne, l'amplificateur est doublé.

1/4

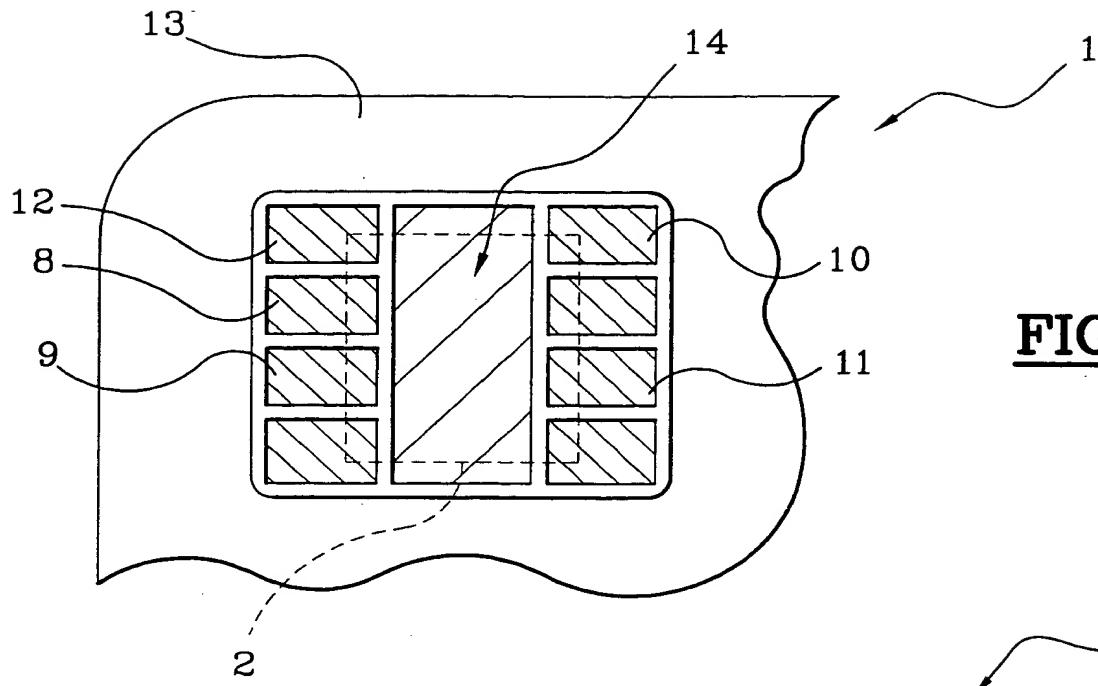


FIG.1

FIG.2

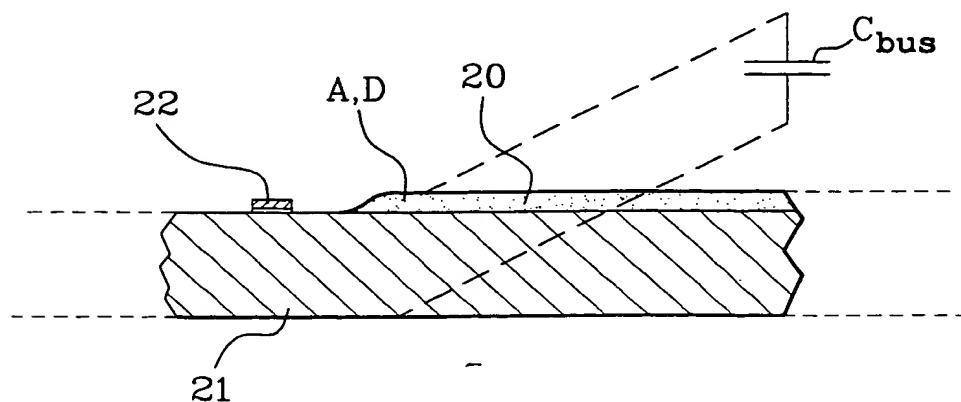
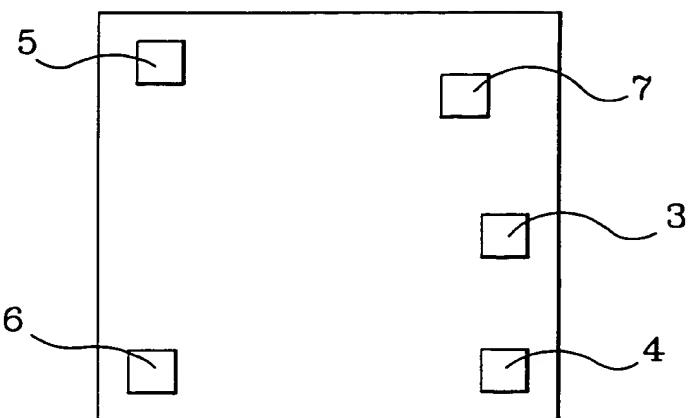
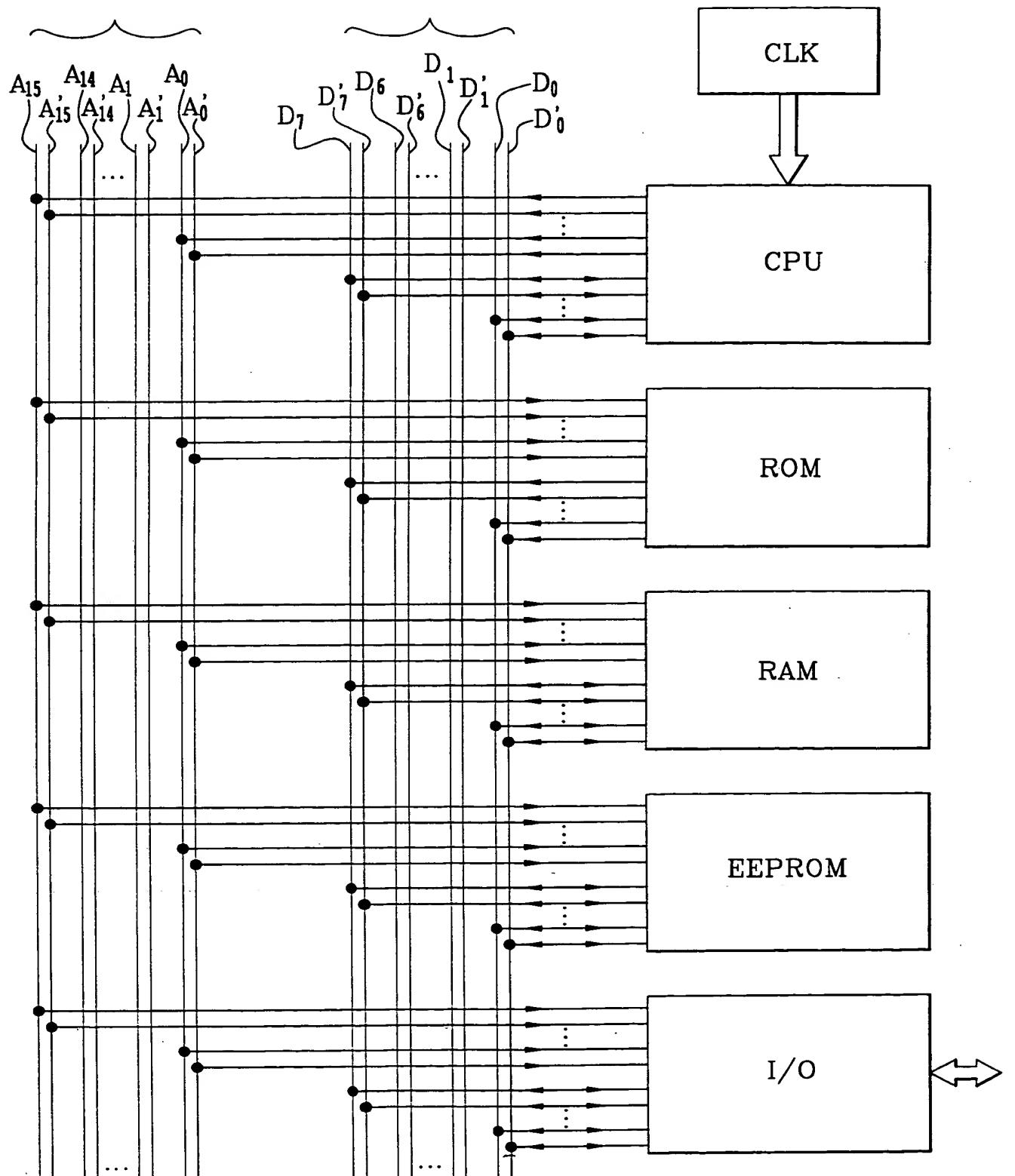
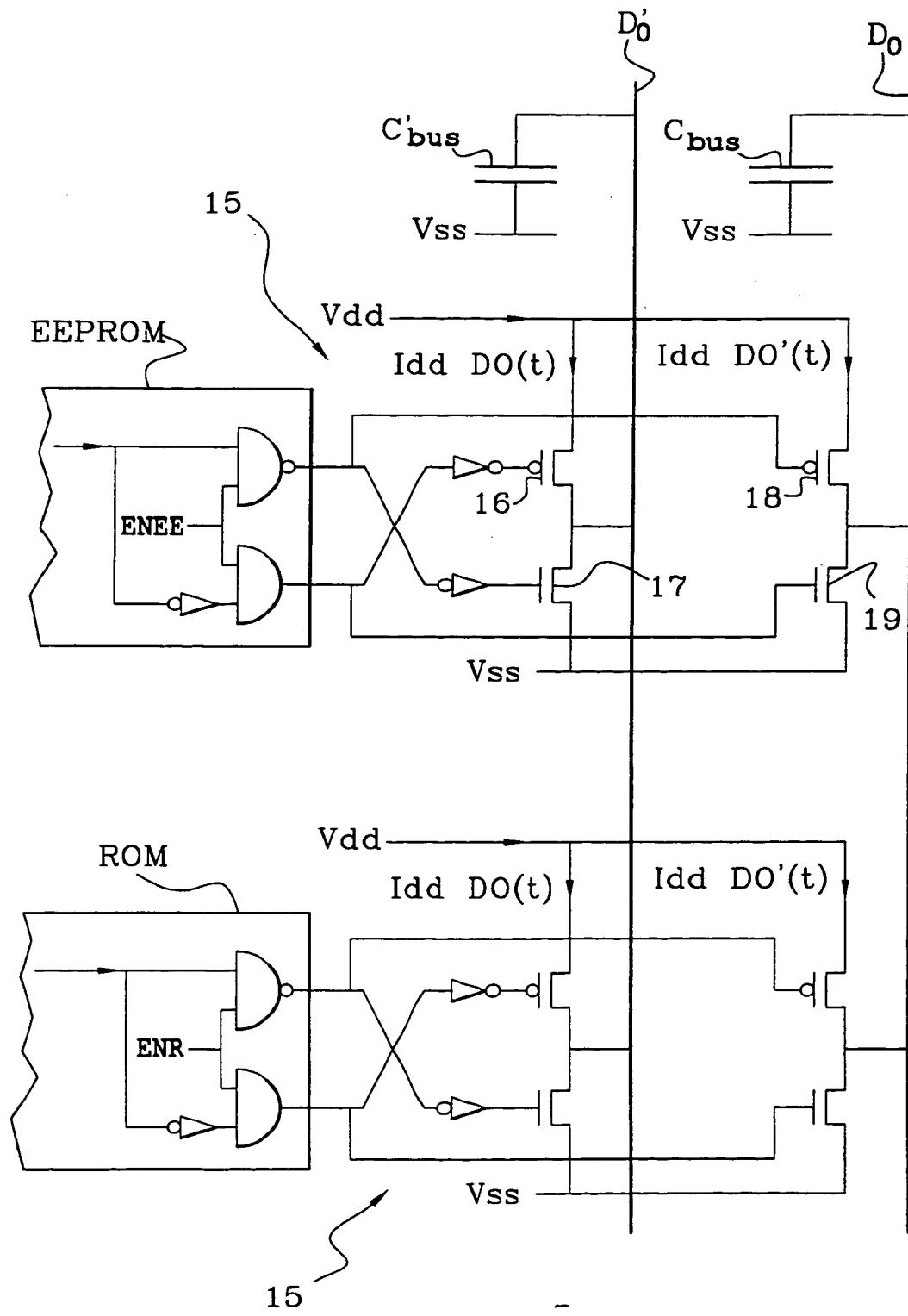


FIG.4

**FIG.3**

**FIG.5**

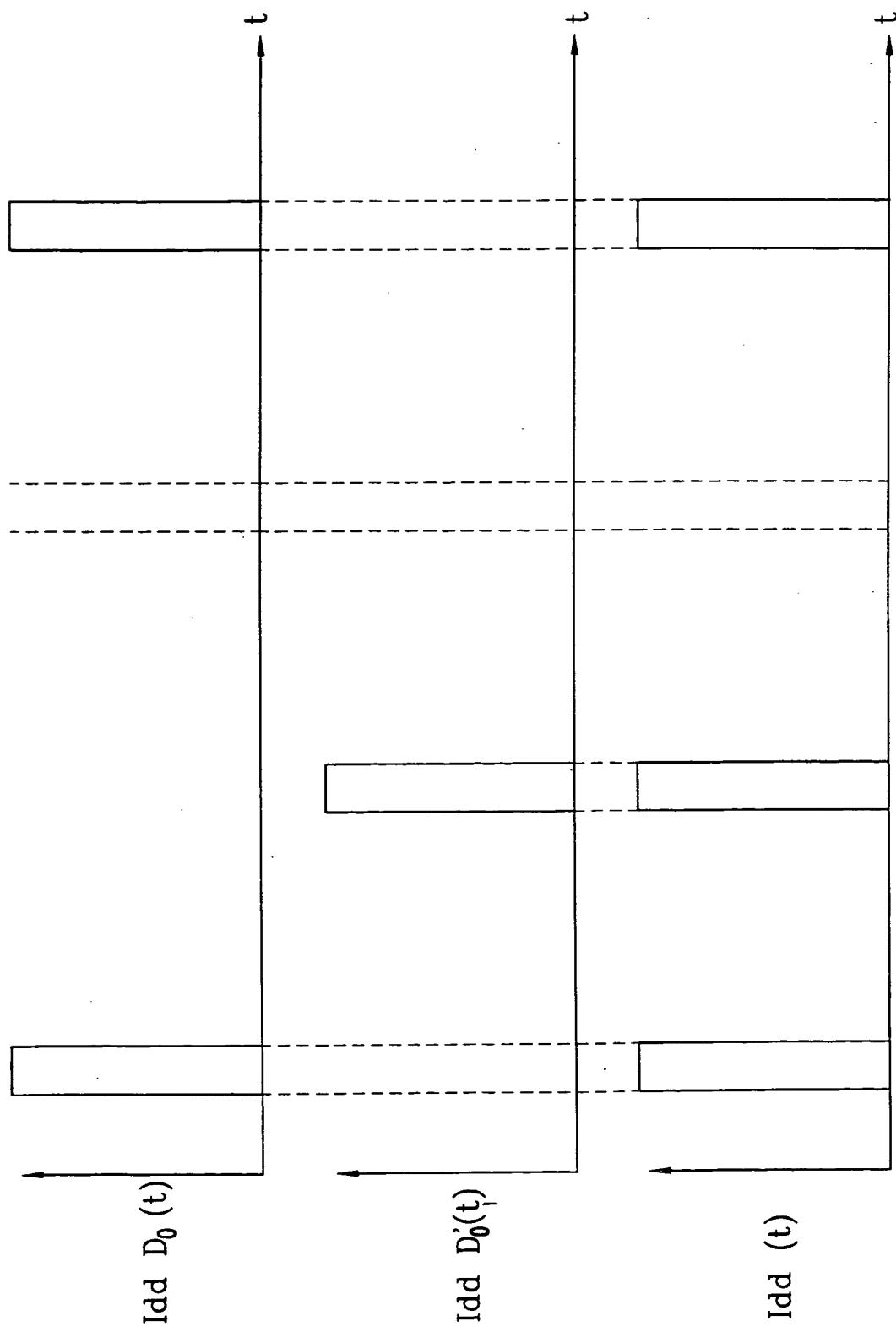


FIG.6

Page Blank (uspto)